

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 5601680G  
PUBLICATION DATE : 18-02-81

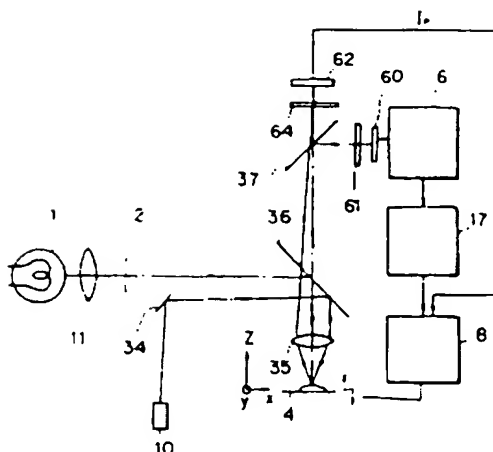
APPLICATION DATE : 20-07-79  
APPLICATION NUMBER : 54091496

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : OSHIMA YOSHIMASA;

INT.CL. : G01B 11/30 // G01B 11/24

TITLE : SURFACE ROUGHNESS MEASURING UNIT



BEST AVAILABLE COPY

ABSTRACT : PURPOSE: To make it possible to measure minute ruggedness on the surface of an object without contact in a high speed with a high precision, by focusing the reflection light pattern for the projection pattern from the measured object onto an array- shaped detector.

CONSTITUTION: The white light from light source 1 through optical pattern 2 is projected onto the surface of measured object 4 in an optical pattern form and becomes a reflection light corresponding to the optical property of the surface and is focused onto array-shaped detector 60 and is picked up. Meanwhile, the radiant light of semiconductor laser 10 is irradiated onto object 4 from the oblique direction, and the reflection light is incident onto position sensor 62, and rough adjustment for defocusing can be performed by defocusing detection signal IP. Further, the detection signal dependent upon one one-dimensional scanning of array-shaped detector 60 is taken out into read circuit 6 and is processed by contrast detecting circuit 7, and focusing driving circuit 8 is driven to perform fine adjustment. Thus, the focusing operation is performed in a high speed, and high-precision measurement is possible.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

XP-002180039

308 IMAGE EVALUATION

P.D. 00-00-1966

P. 302-310

3

### Example B

A visual system, working at  $f/5$  ( $\sin U_m = 0.1$ ), which has an undercorrected third-order longitudinal spherical aberration of 0.22 mm, will have its minimum diameter blur spot  $0.75 \times 0.22 = 0.165$  mm ahead of the paraxial focus, and by Eq. 11.26, the size of this blur spot will be equal to

$$B = \frac{1}{2} \times 0.22 \times 0.1005 = 0.011 \text{ mm}$$

It is interesting to note that on the basis of the OPD analysis, the best focus should occur  $0.5 \times 0.22 = 0.11$  mm ahead of the paraxial focus and that the diameter of the central disc of the Airy pattern is equal to

$$\frac{1.22\lambda}{N \sin U} = \frac{1.22(0.00055)}{0.1} = 0.0066 \text{ mm}$$

This central disc should contain about 68% of the energy in the image, since a marginal spherical of 0.22 mm is equal to just one Rayleigh Limit (as shown in Example A).

If an  $f/5$  system has third and fifth order spherical with a zonal residual of 0.33 mm (again in longitudinal measure), the smallest geometrical spot size would be found at about  $0.42 \times 0.33 = 0.14$  mm from the paraxial focus and the spot size would be

$$B = 0.84 \times 0.33 \times 0.1005 = 0.028 \text{ mm}$$

Here the comparison with the OPD analysis is less fortuitous. The zonal spherical of 0.33 mm is again equivalent to one Rayleigh Limit; we would expect the central disc of the diffraction pattern to be 0.0066 mm as above, and the best focus to be about  $0.75 \times 0.33 = 0.25$  mm from the paraxial focus. The agreement with geometry is somewhat better if we use the focus indicated by the dashed lines of Fig. 11.9; the position of "best focus" is almost exactly the same as the OPD best focus and the diameter of the intense center spot of the geometrical pattern is to the order of 0.01 mm.

## 11.8 The Modulation Transfer Function

A type of target commonly used to test the performance of an optical system consists of a series of alternating light and dark bars of equal width, as indicated in Fig. 11.10A. Several sets of patterns of different spacings are usually imaged by the system under test and the finest set in which the line structure can be discerned is considered to be the limit of resolution of the system,

which is expressed as a certain number of lines per millimeter.\*

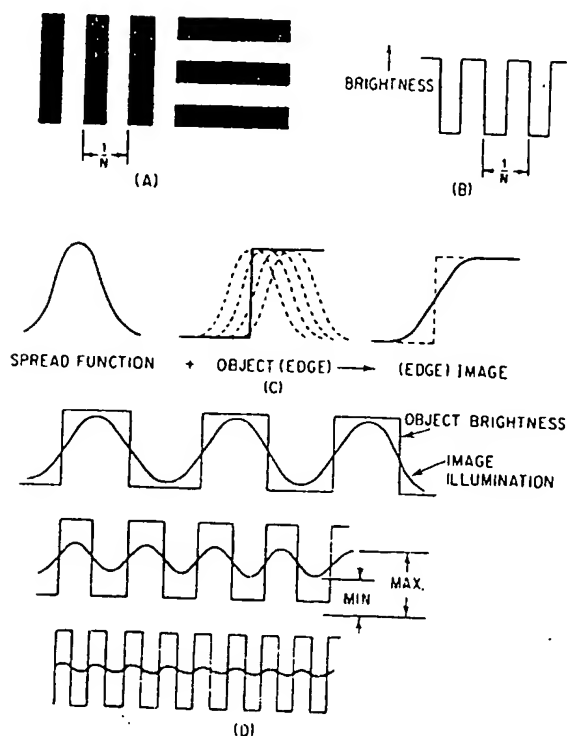


FIG. 11.10. The imagery of a bar target. A. A typical bar target used in testing optical systems consists of alternating light and dark bars. If the pattern has a frequency of  $N$  lines per millimeter, then it has a period of  $1/N$  millimeters, as indicated. B. A plot of the brightness of A is a square wave. C. When an image is formed, each point is imaged as a blur, with an illumination distribution described by the spread function. The image then consists of the summation of all the spread functions. D. As the test pattern is made finer, the contrast between the light and dark areas of the image is reduced.

When a pattern of this sort is imaged by an optical system, each geometric line (i.e. of infinitesimal width) in the object is imaged as a blurred line, whose cross section is the line spread function. Figure 11.10B indicates a cross section of the brightness of the bar object and Fig. 11.10C shows how the image spread function

\*Note that in optical work the convention is to consider a "line" to consist of one light bar and one dark bar, that is, one cycle. In television parlance, both light and dark lines are counted. Thus, ten "optical" lines indicate ten light and ten dark lines, whereas ten "television" lines indicate five light and five dark lines. To avoid confusion, "optical" lines are frequently referred to as line pairs, e.g., ten line pairs per millimeter.

"rounds off" the "corners" of the image. In Fig. 11.10D, the effect of the image blur on progressively finer patterns is indicated. It is apparent that when the illumination contrast in the image is less than the smallest amount that the system (e.g. the eye, film, or photodetector) can detect, the pattern can no longer be "resolved".

If we express the contrast in the image as a "modulation", given by the equation

$$\text{Modulation} = \frac{\text{max.} - \text{min.}}{\text{max.} + \text{min.}}$$

(where max. and min. are as indicated in Fig. 11.10D), we can plot the modulation as a function of the number of lines per millimeter, as indicated in Fig. 11.11A. The intersection of the modulation function line with a horizontal line representing the smallest amount of modulation which the system can detect will give the limiting resolution of the system.

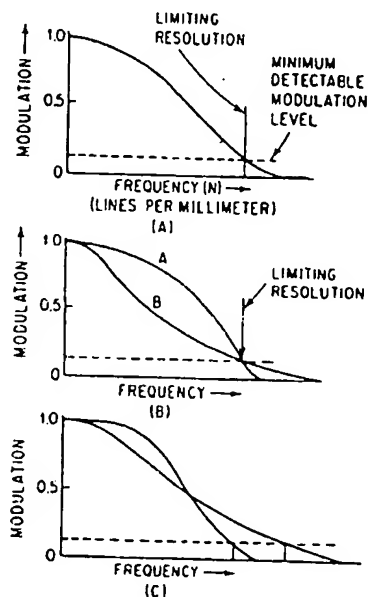


FIG. 11.11. A) The image modulation can be plotted as a function of the frequency of the test pattern. When the modulation drops below the minimum that can be detected, the target is not resolved. B) The system represented by A will produce a superior image, although both A and B have the same limiting resolution.

It should be apparent that the limiting resolution does not fully describe the performance of the system. Fig. 11.11B shows two

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭56—16806

⑫ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 B 11/30  
# G 01 B 11/24

識別記号  
1 0 2

庁内整理番号  
6666—2F  
6666—2F

⑬ 公開 昭和56年(1981)2月18日  
発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑭ 表面粗さ測定装置

株式会社日立製作所生産技術研究  
所内

⑮ 特 願 昭54—91496

⑯ 発 明 者 中川泰夫

⑰ 出 願 昭54(1979)7月20日

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

⑱ 発 明 者 押田良忠

⑲ 発 明 者 大島良正

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

⑳ 発 明 者 牧平坦

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

㉒ 発 明 者 秋山伸幸

㉓ 代 理 人 弁理士 秋本正実

横浜市戸塚区吉田町292番地株

1

2

明 細 書

発明の名称 表面粗さ測定装置

特許請求の範囲

1. 明部と暗部との組合せより成る元パターンとレンズを介して被測定物体に投影結像せしめる第1の光学的系と、複数の検知素子より成るアレイ状検知器と、上記被測定物体からの上記投影パターンに対する反射元パターンを上記レンズを介して上記アレイ状検知器に結像せしめる第2の光学的系と、上記反射元パターンの結像結果に従って得られる上記アレイ状検知器からの出力信号を取り出し処理して上記レンズと被測定物体との位置関係を検査検出可能となるよう構成するための制御信号を発生手段と、より成る表面粗さ測定装置。

2. 上記アレイ状検知器は、上記検知素子をマトリックス構成としたマトリックス形より成る特許請求の範囲第1項記載の表面粗さ測定装置。

3. 上記アレイ状検知器からの出力信号の取り出し方は、上記元パターンの配列方向に沿って並列的に順次取り出すようにした特許請求の範囲第1項記載の表面粗さ測定装置。

4. 2項記載の表面粗さ測定装置。

4. 上記元パターンは、その配列方向に沿つてのそれぞれの暗部と明部との組合せが、相異なる2種類の周期パターンを形成するように構成され、かつ特許請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載の表面粗さ測定装置。

5. 上記元パターンはその配列方向に沿つてのそれぞれの暗部と明部との組合せが、相異なる2種類の周期パターンを形成するように構成され、且つ上記アレイ状検知器の各検知素子は上記2種類の周期パターンの中の小さい方の周期数での暗部と明部とを識別可能に構成した特許請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載の表面粗さ測定装置。

6. 上記取り出し処理に際しては、上記相異なる2種類の周期パターンの成分の各々に対して各検知位置からのずれ状態を示す2つの信号を得、該ずれ状態を示す2つの信号をずれの規模に見じて選択的に取り出し上記制御信号として設定してなる特許請求の範囲第5項記載の表面粗さ測定装置。

。第。

7. 上記アレイ状検知器は、直線的に配列された複数の検知素子より成る特許請求の範囲第1項記載の表面粗さ測定装置。

8. 上記アレイ状検知器の各検知素子では、上記光パターンの各明暗部に対し、パターン明暗変化方向と直交な方向を検出可能な特許請求の範囲第7項記載の表面粗さ測定装置。

9. 上記光パターンは、その配列方向に付てのそれぞれの明部と暗部との組合せが1つの規則パターンを形成するように形成された特許請求の範囲第8項記載の表面粗さ測定装置。

10. 上記取り出し処理は、上記光パターンの各明部と暗部とのそれぞれについて深さ及び中央位置に検出取り出すようにすると共に、該検出取り出してなる出力信号をもとに各無点位置からのずれ状態を示す2つの信号を導、該ずれ状態を示す2つの信号をずれの規模に比して過動的に取り出し上記制御信号として設定してなる特許請求の範囲第9項記載の表面粗さ測定装置。

11. 上記検知器への投影光として、上記光パターン以外にポジシヨン設定用のビーム光を与え、該ビーム光の照射位置から反射光を上記レンズを介して投影増倍し、該投影増倍によって得られたビーム光の増倍光を取り出し増倍し、上記制御信号と共に調整用利用するようにした特許請求の範囲第10項記載の表面粗さ測定装置。  
説明の終結を説明

本発明は、物体表面の凹凸を非接触で、高精度、高精度に測定することを可能にした表面粗さ測定装置に関する。

従来、物体の表面の凹凸を測定する手段として鉛の先端を有する針針による接触型表面粗さ計、超音波ノズル光線から噴出する空気の吹れ抵抗からノズルと物体表面の間隔を測る装置、静電容量から間隔を測る非接触型の装置等があった。従来のこれらの装置は以下に述べる問題があった。第1の装置では、表面の軟い物体には傷をつけるため硬い針針のみ測定可能であった。第2の装置及び第3の装置は、被測定物体の表面

、損傷（例えば100  $\mu\text{m}$ 以下）での測定が困難であった。さらに、第3の装置では、針針が鋭利な刃物を通ふことは不可能であり、第2の装置では空気圧により表面の形状が変化する可塑性の材料を測定することは不可能であった。

以上の従来の種々問題を解決すべく、本発明人は、先に「表面粗さ測定装置」（特開第54-3961号）の出版を行った。この先願発明は、一定の周期を有するパターンを物体表面に投影し、その投影像から、投影系とこの物体表面との相対的位置等を検出（即ち、完全静止状態の時の位置関係になるように）一定ならしめるように制御することにより各無点位置を検出し、この検出系の光軸に垂直な方向にこの物体を移動せしめる等の上記制御により表面粗さを測定するようにしている。更に、上記先願発明は上記投影系の制御手段として、ビジコン等の読取器を用いている。従つて、得られる信号は、読取器が一画像読取する周期に発生することになるため、例えば15  $\text{ms}$ 程度の時間を要する。この時間がフィードバック時間となるた

め、合無点に到達するまでかなりの時間を要し、高精度な測定ができなかつた。

本発明の目的は、高精度、高精度の測定を可能にした表面粗さ測定装置を提供するものである。

本発明の要旨は、ビジコン等の読取器の代りに、アレイ状検知器を用いるようにしたものである。このアレイ状検知器は幾つかの形態より成る。第1は、検知素子をマトリックス状に平面配列したアレイ状検知器である。第2は検知素子をリニアに配列した一次元配列のアレイ状検知器である。この配列検知素子の各々の組合せが存在する。本発明では、これらのアレイ状検知器のいずれをも採用可能にしている。更に、本発明では、上記色検のアレイ状検知器からの出力の取り出し方式特許を特許している。出力の取り出しの際は、アレイ状検知器をいかに走査するかが問題となる。この走査のやり方が出力の取り出し方を決定することになる。従つて、本発明では、採用するアレイ状検知器の構成に応じた独特な走査の仕方が提案されている。更に、本発明では、上記走査によつ

て得られた信号を特別の形態によつて処理し、この処理結果を利用することによつて台無点状態への過渡を接近方法を見出すようにしている。以下本発明を断面により詳述する。

第1図は本発明の断面図で測定装置の概略例を示す図である。第2図は測定対象となる物体上に投影すべき光パターンを示している。第1図に於いて、光源1は白色光の光源であり、この光源1から放出された白色光は照明用のレンズ11を通過して光パターン部2に到達する。光パターン部2は、上記レンズ11を通過してきた白色光の進行方向に対して垂直な平面上に配置されており、部分的に光を遮断する遮へい部と光をそのまま通過させる通過部とより成る。この遮へい部と通過部との組合せによつて暗部と明部とより成る光パターンが形成されている、その一例を第2図に示す。図で斜線部は光遮へい部、点斜線部は光通過部を示している。この光パターン部2は2つの周期（図のa）のパターンを持つ。第1は光遮へい部と2と光通過部21とより成るパターンであり、尚部

21、22の巾をPとすると2P周期のパターンとなる。第2は、上記2P周期のパターンと巾広を調へい部23のパターンとの組合せによつて得られる2nP周期のパターンである。

以上の構成の光パターン部2を通過した白色光は、該光パターン形状で半導体36に投影され、次いで反射されて凹面レンズ35に至る。この凹面レンズ35で集束された光パターンは測定用の物体4の表面に投影され、次いで、該表面の光学的特性に応じた反射光となりレンズ35、半導体36を介して図面右方に通過してゆく。半導体36を通過した光はその光路上に設置された検出装置ミラー37により水平方向に反射され、色フィルタ61を介してアレイ状検知器60上に到達し、該アレイ状検知器60を構成する検知素子によつて検出される。

アレイ状検知器60をマトリクス状の平面構造とした場合を想定し、このアレイ状検知器60と反射パターンによる結像との関係を図3図に示す。図に示すように光パターンの周期とアレイ状検知

器60の検知素子（アレイ素子）601の開口（大きさ）の周期とは一定の関係を有している。即ち、図では、アレイ素子開口の周期Pに対し、パターンの周期は2Pである。然も、パターンの暗部及び明部の中心はアレイ素子開口の中心と一致している。

第1図の説明に戻る。光源10は上記白色光の光源とは異なる波長、特に指向性の優れたレーザビーム等の光源である。本実施例では、例えば半導体レーザ（赤外光発生）を用いている。半導体レーザ10で放射された光は、半導体36で反射され凹面レンズ35を通過した後、物体4に斜め方向から照射される。物体4ではその表面の光学的特性に応じた反射を行い、その反射光は再び凹面レンズ35、半導体36を通過し、位置決めミラー37、色フィルタ61を介してボジションセンサ62に入射する。凹面レンズ35を介して上記ビームが照射される物体4上の表面位置が、凹面レンズの焦点位置にある場合にはボジションセンサ62への反射光は該ボジションセンサ62の中心位置に入射する。然るに焦

点位置より上側または下側（即ち、近い又は遠い）に表面位置がある場合には、ボジションセンサ62の中心に対しそれぞれ右又は左に入射する。従つて、中心位置からのずれの量を検出することによつて、焦点ずれ方向を知ることとなる。従つて、かかる入射光の角度を容易に検出すると、焦点位置からのずれ状態（例えば、1mm程度）を検出することが可能となる。ボジションセンサ62の焦点ずれ検出信号1pを利用することによつて位置調整が可能となる。但しこの検出信号1pによる位置調整は、粗調整であり、微調整はアレイ状検知器60から得られる信号を利用することによつて行つていく。

次にボジションセンサ62からの検出信号1pの利用の仕方及びアレイ状検知器60からの出力信号の利用の仕方について述べる。先ず、アレイ状検知器60の出力信号の取り出し方及びその出力信号の処理の仕方を述べる。

アレイ状検知器60の検出方向を第3図に示すように、x、y、z方向をyとする。z方向はパターンの

、横れ方向であり、 $y$ 方向はパターンの高さ方向である。かかるアレイ状検知器60からの出力信号は、 $y$ 方向をパラレルに、 $x$ 方向をシリアルに走査することによって外部に取付けられた検知器読出し回路66に取り出されている。

この読出し回路66の出力はコントラスト検出回路71によって処理され、各検知器読出回路8を駆動する。今、 $y$ 方向のアレイ素子の数を $M$ 個とすると、1回の走査で $M$ 個の検出信号が同時に得られることになる。第3図では $M=10$ とし、取り出される信号は $S_1, S_2, \dots, S_M$ としている。

第4図は上記1回の走査で得られる検出信号 $S_1, S_2, \dots, S_M$ の取り出しを含めた検出回路6及びコントラスト検出回路7の概略図を示している。加算回路71は1回の走査毎に得られる10個の検出信号 $S_1, S_2, \dots, S_M$ を平均し、相加算 $\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M S_i$ を行っている。各走査毎の相加算値 $S_{11}$ は、検算絶対値回路730、731、遅延回路721、722の入力となる。遅延回路721は、1素子間の走査に相当する時間 $\Delta t$ の遅延時間を持ち、遅延回路721は

、素子間の走査に相当する時間に対応する遅延時間 $\Delta t$ を持っている。従つて、遅延回路721からは現在の走査時点よりも1素子間ピッチ間の走査時点の相加算値 $S(1-\Delta t)$ が出力として得られる。一方、遅延回路722からは、現在の走査時点よりも素子間ピッチ間の走査時点の相加算値 $S(1-\Delta t)$ が出力として得られる。検算絶対値回路730は、 $S(t)$ と $S(1-\Delta t)$ との偏差をとり、且つその絶対値 $|S(t) - S(1-\Delta t)|$ の検算を行う。検算絶対値回路731では $S(t) - S(1-\Delta t)$ の検算を行い、且つ絶対値 $|S(t) - S(1-\Delta t)|$ の検算を行っている。次に、積分回路741では、回路730で得られた $D_{11} = |S(t) - S(1-\Delta t)|$ を順次取り込み所定区間 $(0 \sim t_0)$ にわたつて積分し、即ち積分 $\int_0^{t_0} D_{11} dt$ を行う。この積分値を制御信号 $I_1$ とする。一方、積分回路742では、回路731で得られた $D_{11} = |S(t) - S(1-\Delta t)|$ を順次取り込み所定区間 $(0 \sim t_0)$ にわたつて積分し、即ち積分 $\int_0^{t_0} D_{11} dt$ を行う。この積分値を制御信号 $I_2$ とする。

次に、以上述べた出力である制御信号 $I_p, I_1,$

、 $I_2$ の物理的性質について述べる。第5図はその説明図である。台形領域内に物体表面が存在する時の位置を $Z_0$ （台形面一致面）とし、その台形面位置からのずれを $\pm \Delta Z$ とする。この台形面位置からのずれによって、ボジションセンサ62の出力 $I_p$ は第5図の如く変化する。但し、図で、台形面位置 $Z_0$ にある時の $I_p$ の値 $I_{p0}$ は理想的には $I_{p0}=0$ であるが、光ビームが一般に物体表面が台形面位置に存在する時でも、その表面下の部分的に入り込みと反射を起すことがある。この現象は当然のことながら、物体の光学的特性によって異なる。一方、出力 $I_1$ は、1走査区間（第2図の初期パターンに相当している）の検出値の絶対偏差の所定区間にわたつての総和である。従つて、台形面位置 $Z_0$ では第2図のパターンに述べた部分の値となり、そこからずれることによってアレイ状検知器60での読出パターンはそのずれの量が大きくなるに従つて増やけたものとなり、階段と制御とのずれが付きにくくなる。この結果、階段間の検出値の絶対偏差も小さくやつてゆく。即ち、出

力 $I_1$ は第5図に示す如く特性となる。図では $\pm \Delta Z_1$ をその限界値としている。この限界値 $\pm \Delta Z_1$ を略えたと $I_1=0$ となつてしまう。一方、出力 $I_2$ は、走査区間毎の検出値の絶対偏差の所定区間にわたつての総和である。この $I_2$ を第2図に示した良角域にあわせる。即ち、第2図に示した初期パターンに相当した場合、 $a$ なる走査区間は初期パターンと参照パターン（検出面一致パターン）との絶対偏差の所定区間にわたつての総和が出力 $I_2$ となる。従つて、第5図に示すように、台形面位置 $Z_0$ では $I_2$ は最大となり、ずれ量 $\pm \Delta Z_0$ では $I_2=0$ となる特性となる。但し、 $Z_0$ の時点で $I_1$ の最大値に比して $I_2$ の最大値は小さくなっている。以上、 $I_1$ と $I_2$ についてみれば、 $I_1$ は台形面位置で鋭いピークを持つ鋭い曲線となり、 $I_2$ は曲線の広い谷間となる曲線となる。

次に以上述べた制御信号 $I_p, I_1, I_2$ の利用の仕方について述べる。初期状態（既知台形物体を位置し測定を開始する時の状態）では、一般に台形面位置 $Z_0$ から大きくはずれているので、 $I_p$ により初期



熱が行われて台無麻に近いうちまで調整される。しかし、この調整は台体内に光が溜り込むような状態に於いて大きな損失を生ずるため、調整に用いることはできない。この $I_p$ による調整を実現は、 $I_{ae}I_1$ とを利用する。第5図から明らかなように、 $I_a$ は $I_{ae}$ の範囲内であって未知可能である。従つて、 $I_p$ による調整が終了後 $I_a$ によつて第1段階の調整に入る。次に、 $I_1$ を利用して第2段階の調整、即ち、台無麻位置への収束を行う。

かかる $I_p, I_a, I_1$ のいずれを利用するかは、 $I_1$ に調整 $I_{ae}, I_a$ に調整 $I_{ae}$ を設定し、第5図の $I_{ae}, I_{ae} < I_p, I_a, I_1$ との比較を行い、その比較の結果に従つて $I_p, I_a, I_1$ のいずれを採用するかを決定を行う。即ち、

- (1).  $I_a < I_{ae}$  の時は $I_p$ を選択し、この $I_p$ によつて調整を行う。
- (2).  $I_a < I_{ae}$  かつ  $I_1 < I_{ae}$  の時は $I_a$ を選択し、この $I_a$ によつて調整を行う。
- (3).  $I_1 < I_{ae}$  の時は、 $I_1$ を選択し、この $I_1$ によつて調整を行う。

台無麻に近づくか遠ざかるかに応じて上記値 $I_1(I_1 - I_1(1 - I_1))$ 及び $I_{ae}(I_{ae} - I_{ae}(1 - I_1))$ は正か負になるが、この符号に応じてテーブルを上下させれば台無麻調整が可能となる。スイッチ回路85は、選択回路84の選択結果に従つて制御信号 $S_{ae}$ を $I_{ae} - I_{ae}(1 - I_1)$ 、 $I_{ae} - I_{ae}(1 - I_1)$ 、 $I_p$ のいずれにするかの選択を行っている。かくして得られた制御信号 $S_{ae}$ によつて台無麻位置調整を行えば、最適な台無麻位置への収束が可能となる。

以上の本発明例によれば、一次元方向の一次元のみで台無麻位置を要するコントラスト信号が得られ、この信号を基に上下方向の調整が可能であるため、従来の二次元走査型のテレビカメラを用いる方法に比べ、短時間(1ms程度)でフィードバック信号が得られるため、高速の測定が可能となる。なお本発明例ではアレイ状検知素子の発光方向と検出方向の検出方向は一致しているが、互に直交するような調整をし、互に直交の検出信号を求めても、本発明の目的を達成することは容易である。

以上の比較選択動作を行う台無麻位置調整の調整例、即ち調整の範囲の調整までを取り加してなる調整例を図6図示する。図6図パターン及び検出パターンとのコントラストを示す出力信号 $I_1$ 、 $I_a$ はそれぞれ、比較回路811、812、822、選択回路831、832に入力する。比較回路811、812では上述した各値 $I_{ae}, I_{ae} < I_1, I_a$ との値 $I_1 - I_{ae}, I_a - I_{ae}$ を求める。この2つの値は出力 $I_p$ と共に選択回路84に入力する。この選択回路84では上記3つの入力の比較を行い、前述した比較結果に従つた $I_p, I_a, I_1$ のいずれの選択を行うかの選択信号を出力として発生し、スイッチ回路85に送る。一方、選択回路831、832は、それぞれ1次元方向 $I_1$ に相当する差値時間を持つている。この差値回路831、832の出力 $I_1(I_1 - I_1)$ 、 $I_a(I_a - I_a)$ はそれぞれ比較回路821、822に入力し、 $I_1, I_a$ との間で値 $I_1(I_1 - I_1(1 - I_1))$ 、 $I_{ae}(I_{ae} - I_{ae}(1 - I_1))$ がえられる。

今、台体の台無麻の方向のZ方向の移動に伴い

第7図(H)は本発明の他の実施例、即ちアレイ状検知素子に関する実施例である。H図の実施例では、検出素子ミラー37と検出素子出力回路6との間に、シリンドリカルレンズ600及び一次元アレイ検知素子650を設けている。シリンドリカルレンズ600は検出素子の検出方向と直交する方向をアレイ検知素子650に垂直にさせるように、且つ、検出方向は検出素子の検出方向と検出素子の中心が一次元アレイ検知素子の開口の中心と一致するように、配置されている。この一次元アレイ検知素子650の各アレイ素子(開口)からは、検出回路6によつて信号811が検出される。この検出された信号811は一方での検出信号であり、従つて、図4図の加算回路71の出力と同じとなる。以後の処理は上述の実施例と同様となる。同図は、シリンドリカルレンズを使用せず、実質的にシリンドリカルレンズを使用したのと同様の効果を発揮させるための検知素子の実施例である。検出素子601Aは、図8A、25及び図8Bに示してそのパターンは検出方向と直交する方向すべてを出力できる

ように構成している。

次に、第8図は、本発明の他の実施例を説明するための図であり、第9図はその実施例の回路構成を示している。第8図で、1fは台無点位置にある時のアレイ検知器の検出パターンを示し、1dは台無点位置からずれた時の検出パターンを示している。このパターンの周期を2Pとする時、アレイ検知器での検出周期を $\frac{P}{3}$ とする。即ち、パターンの半周期で3点の検出を行うようにしている。半周期のスタートに近い点、半周期の中心点、半周期の終了に近い点の3点を検出点としている。従って、一次元アレイ検知器の開口の深から0, 1, 2, ...と番号をつけられ、 $3m+1$  (但し、 $m$ は整数)番目の開口の中心線と明導線及び暗導線の中心線が一致するように構成している。今、例えば、第9図に示すように、開口601A, 601B, 601Cを半周期分の検出点の開口、開口601D, 601E, 601Fを次の半周期分の検出点の開口、開口601G, 601H, 601Iをその次の半周期分の検出点の開口とする。加算回路740では、開口601A, 601Cの検出信号の

和、即ち、 $3m$ 及び $3m+2$ 番目の信号 $S_{3m}$ 及び $S_{3m+2}$ の和をとっている。加算回路742は次の半周期の開口601D, 601Fの検出信号 $S_{3(m+1)}$ ,  $S_{3(m+1)+2}$ の和、加算回路743は同様に開口601G, 601Iの検出信号 $S_{3(m+2)}$ ,  $S_{3(m+2)+2}$ の和をとっている。以下、図示していないが、台半周期の両側の2点の和も同様求められる。減算絶対値回路744, 745は、相隣り合う半周期の中心線の開口での検出信号の差をとり、絶対値で出力するようになっている。図では、減算絶対値回路744は、開口601Bの検出信号 $S_{3m+1}$ と開口601Eの検出信号 $S_{3(m+1)+1}$ とを入力とし、 $S_{3m+1} - S_{3(m+1)+1}$ の減算を行っている。減算絶対値回路745は、同様に $S_{3(m+1)+1} - S_{3(m+2)+1}$ の減算を行っている。次に、減算絶対値回路746は、加算回路740, 742の出力を入力とし、 $S_{3m+1} - (S_{3m+2} + S_{3(m+1)+2})$ の減算を行う。同様に減算絶対値回路747は、 $S_{3(m+1)+1} - (S_{3(m+2)} + S_{3(m+1)+2})$ の減算を行う。減算絶対値回路744, 745の出力は加算回路748

で相加され、 $I_H = \sum_{m=1}^M S_{3m+1}$  (但し、 $M$ はアレイ素子開口総数)となる。次に、減算絶対値回路746, 747の出力は加算回路749で相加され、 $I_L = \sum_{m=1}^M S_{3m+1}$ となる。

以上述べた出力 $I_H$ 及び $I_L$ の無点ずれとの関係を第10図に示す。この関係をもとに $I_H$ と $I_L$ の持つ意味合いを述べよう。第8図から明らかなように、無点からずれてくると1fから1dの変化から明らかになる。減算絶対値回路746, 747の出力は小さくなくてはならない。従って、その絶対値もその反映した値となる。この $I_H$ は台無点位置を中心として鋭い特性を示す値となる。一方、減算絶対値回路744, 745の出力は無点からずれてくるに従って小さくはなっていく。この小さくなる傾向は $I_H$ の型に比べて緩慢である。この結果は、第10図のようになる。但し、台無点位置Zでは $I_H$ の値が $I_L$ の値よりも大きくなる。以上の第10図を総括してみると、台無点位置ではスナッチ関数的に鋭い特性が変化するように対して、わずかな台無点位置からのずれがあると第8図の1dに示すように鋭度

が変化するために $I_H$ ,  $I_L$ は台無点位置を中心にして減少していくのである。

以上の実施例は好適なアレイ検知器の1つは、第7図Hに示した如きアレイ検知器であり、シリンドリカルレンズとの組合せによる及び回折の如きものが適用される。但し、第9図から明らかなように、リニアな方向からパラレルに信号を取り出すようにすることが現実的である。これによって、全体のパターンの同時処理が可能となる。

以上の第9図を中心とする実施例によれば、1種類の周期を有するパターンであっても、先に述べた2種類の周期を有するパターンを用いるのと同等の効果が得られる。次に本発明の述べられている点は並列型の1次元検知器アレイを用いているため、配置を必要とせず高速でフィードバック信号が得られ、高速の表面粗さ測定装置を構成することが可能である。なお上述の実施例でシリンドリカルレンズを用いず一方は時系列的検出し、一方は非時系列的出しの2次元検知器アレイを用い、並列検出し方向と、時系列検出パターンの出

期方向を一致させ、第10図  $I_H$ 、 $I_L$  の信号を時系列的に換て、この時系列的に換られた信号の積分を新たに  $I_H$ 、 $I_L$  とした時、この  $I_H$ 、 $I_L$  により、台座点制御を行うことによつても、本実施例の目的を十分達成し得ることは容易にわかる。更に、上記実施例では、半周期3点の事例を示したが、中心点の他に両側の1点の合計2点でもよい。この際には精度が若干低下する。又、3点以外に5点等の多点制御も可能である。

以上の各実施例では、2つの元パターン及び1つの元パターンの事例を示したが、2個以上の元パターンの組合せによつても本発明の目的は達せられる。また、あらかじめ各制御点位置に決まっている事例では  $I_p$  は必要ではない。更に、本実施例での台座点位置への収束のための制御系は、物体座標用のテーブルの駆動を行うものであればよい。勿論、目的的な関係からみて元信号の駆動制御であつてもよい。

以上の本発明によれば、アレイ状検知器を用い、且つその検出し駆動によつて同時駆動的な制

、駆動を行うことができるため、高速な制御を実現が可能となつた。

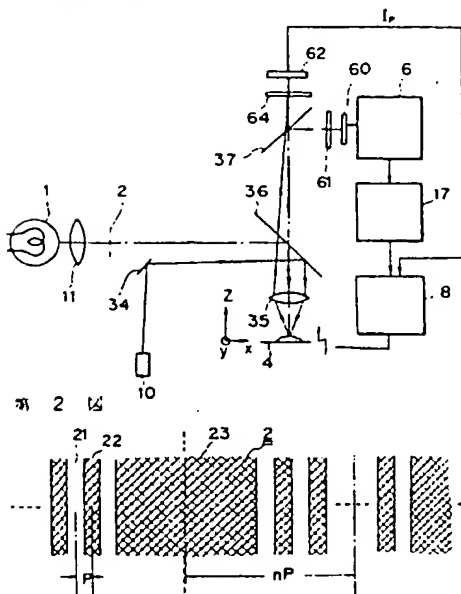
図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例図、第2図は元パターン部の構成図、第3図はアレイ状検知器での元パターン読取りの一例を示す図、第4図は本発明の駆動回路の実施例図、第5図はその特長図、第6図は本発明の駆動回路の他の実施例図、第7図(41)は本発明の元信号及び検知器の他の実施例図、第8図は他の元パターンの事例を示す図、第9図はその元パターンの駆動回路の実施例図、第10図はその特長図である。

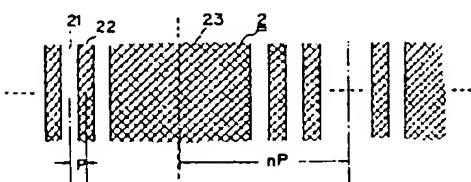
1・・・白色光線、2・・・元パターン部、4・・・窓体、6・・・検知器検出し回路、7・・・コントラスト検出回路、35・・・位置レンズ、60・・・アレイ状検知器、62・・・ボンスンセンサ。

代理人 井崎士 秋 本 正 興

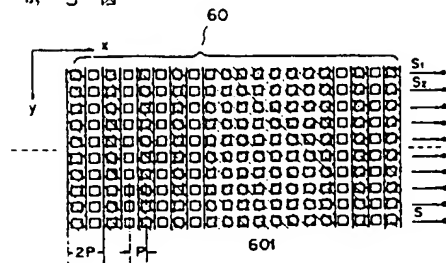
第 1 図



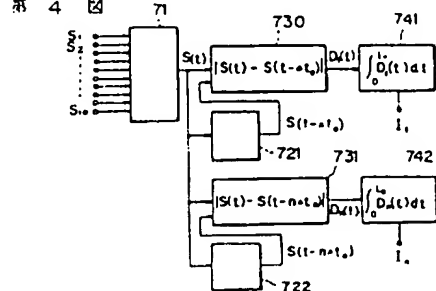
第 2 図



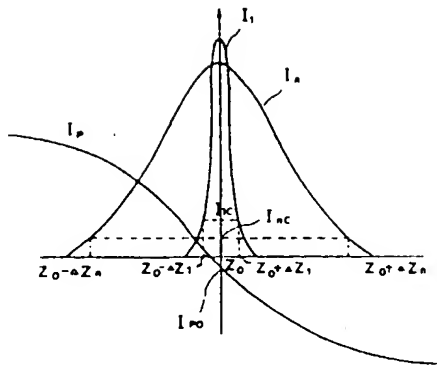
第 3 図



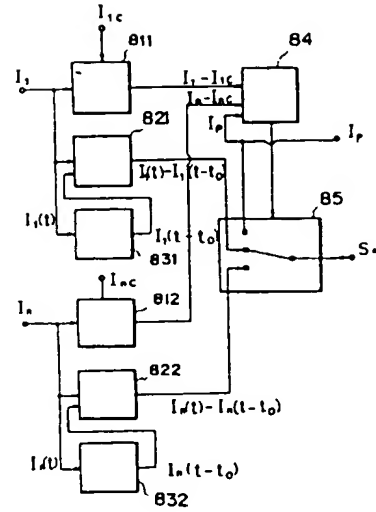
第 4 図



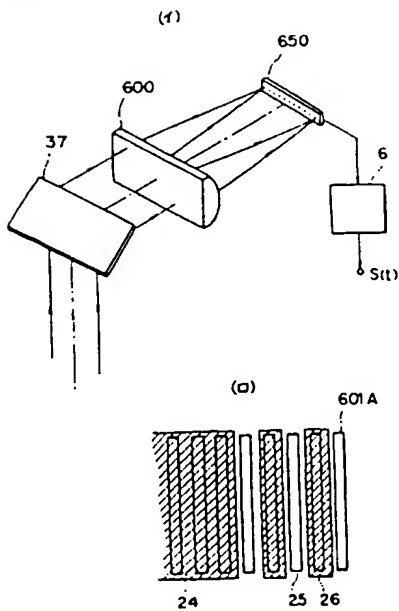
第 5 図



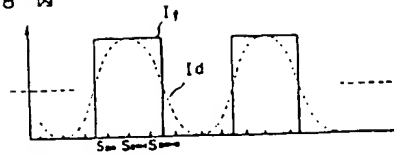
第 6 図



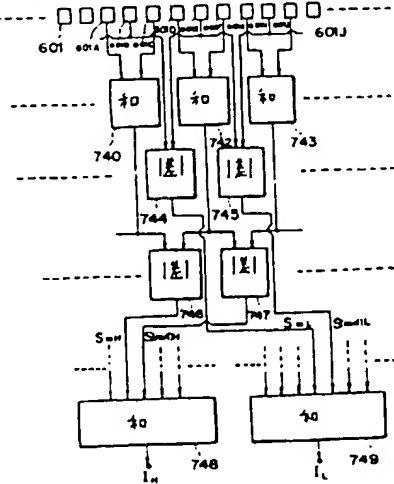
第 7 図



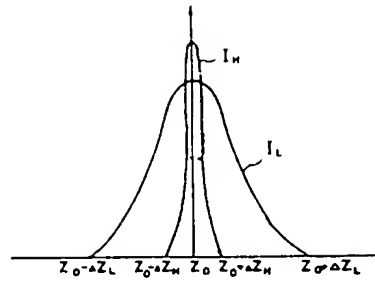
第 8 図



第 9 図



第 10 図




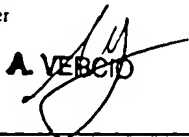
**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

Absender: ANMELDEAMT

**PCT**

<b>An</b> Breit, Ulrich GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.B.R.) Sellierstrasse 1 D-07745 Jena ALLEMAGNE		Patentanwälte GEYER FEHNERS - PARTNER		MITTEILUNG DES INTERNATIONALEN AKTENZEICHENS UND DES INTERNATIONALEN ANMELDEDATUMS	
Eing. 14. AUG. 2001 1563				(Regel 20.5.c) PCT)	
		Absendedatum (Tag/Monat/Jahr)		10. 08. 2001	
Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 9074/12 PCT			WICHTIGE MITTEILUNG		
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 01/ 07931		Internationales Anmeldedatum( Tag/Monat/Jahr) 10/07/2001		Prioritätsdatum( Tag/Monat/Jahr) 10/07/2000	
Anmelder ZSP GEODÄTISCHE SYSTEME GMBH					
Bezeichnung der Erfindung					

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationalen Anmeldung das oben genannte internationale Aktenzeichen und internationale Anmeldedatum zuerkannt worden ist.	
2. Weiterhin wird dem Anmelder mitgeteilt, daß das Aktenexemplar der internationalen Anmeldung dem Internationalen Büro am oben angegebenen Absendedatum übermittelt worden ist.	
3. <input type="checkbox"/> Sonstiges:	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
<p>* Das Internationale Büro überwacht die Übermittlung des Aktenexemplars durch das Anmeldeamt und unterrichtet den Anmelder über dessen Eingang (mit Formblatt PCT/IB/301). Ist das Aktenexemplar bei Ablauf des vierzehnten Monats nach dem Prioritätsdatum noch nicht eingegangen, teilt das Internationale Büro dies dem Anmelder mit (Regel 22.1.c)).</p>	

Name und Postanschrift des Anmeldeamts  Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  A. VEBER
---	--

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**